

Разбор заданий пригласительного этапа ВсОШ по химии для 8 класса

2021/22 учебный год

Максимальное количество баллов — 50

Задание № 1.1

Общее условие:

Газообразное соединение азота с кислородом имеет такую же молярную массу, что и газообразное соединение углерода с кислородом.

Условие:

Установите формулы обоих соединений. Ответы вводите в английской раскладке в любом порядке.

Правильные ответы: N₂O, CO₂

За каждый верный ответ — 1 балл

Решение.

Условие:

Найдите молярную массу этих соединений. Ответ выразите в г/моль, округлите до целых.

Ответ: 44

Точное совпадение ответа — 1 балл

Максимальный балл за задание — 3 балла

Решение. Задача решается простым подбором на основе известных формул оксидов углерода и азота: CO (28 г/моль) и CO₂ (44 г/моль), NO (30 г/моль), NO₂ (46 г/моль), N₂O (44 г/моль) и др. Видно, что молярной массе 44 г/моль соответствуют два оксида – CO₂ и N₂O.

Задание № 1.2

Общее условие:

Газообразное соединение углерода с кислородом имеет такую же молярную массу, что и газообразное соединение углерода с водородом. Известно, что молярная масса газов не превышает 40 г/моль.

Условие:

Установите формулы обоих соединений. Ответы вводите в английской раскладке в любом порядке.

Правильные ответы: CO, C₂H₄

За каждый верный ответ — 1 балл

Решение. Известны два оксида углерода: CO (28 г/моль) и CO₂ (44 г/моль). Молярную массу меньше 40 г/моль имеет только первый из них.

Теперь найдем соответствующий углеводород. Обозначим формулу углеводорода C_xH_y.

Уравнение

$$12x + y = 28$$

имеет только два решения в натуральных числах: $x = 1, y = 16$ и $x = 2, y = 4$. Но формула CH₁₆ невозможна, так как максимальная валентность углерода равна IV. Остается второе решение, которому соответствует формула C₂H₄.

Условие:

Найдите молярную массу этих соединений. Ответ выразите в г/моль, округлите до целых.

Ответ: 28

Точное совпадение ответа — 1 балл

Максимальный балл за задание — 3 балла

Решение. $M(\text{CO}) = M(\text{C}_2\text{H}_4) = 28$ г/моль.

Задание № 2.1

Условие:

В современных термометрах в качестве термометрирующей жидкости используют сплав трёх металлов. Он легкоплавкий, нетоксичный, при комнатной температуре не изменяется на воздухе и не реагирует с водой. Какие металлы входят в его состав?



Варианты ответов:

- Натрий
- Индий
- Ртуть
- Олово
- Сталь
- Галлий

Правильные ответы:

- Индий
- Олово
- Галлий

За каждый верный ответ — 1 балл, за каждый неверный — штраф 1 балл

Решение. Решим задачу методом исключения. Выберем те металлы, которые точно не могут входить в состав сплава, поскольку это противоречило бы условию. Это – натрий (он реагирует с водой), ртуть (токсичный металл), сталь (тугоплавкий сплав железа с углеродом). Оставшиеся металлы индий, галлий и олово образуют легкоплавкий, нетоксичный сплав, не реагирующий с водой.

Задание № 2.2

Условие:

В современных термометрах в качестве термометрирующей жидкости используют сплав трёх металлов. Он легкоплавкий, нетоксичный, при комнатной температуре не изменяется на воздухе и не реагирует с водой. Какие металлы входят в его состав?



Варианты ответов:

- Калий
- Индий
- Свинец
- Олово
- Чугун
- Галлий

Правильные ответы:

- Индий
- Олово
- Галлий

За каждый верный ответ — 1 балл, за каждый неверный ответ — штраф 1 балл

Решение. Решим задачу методом исключения. Выберем те металлы, которые точно не могут входить в состав сплава, поскольку это противоречило бы условию. Это – калий (он реагирует с водой), свинец (токсичный металл), чугун (тугоплавкий сплав железа с углеродом). Оставшиеся металлы индий, галлий и олово образуют легкоплавкий, нетоксичный сплав, не реагирующий с водой.

Задание № 2.3

Условие:

В современных термометрах в качестве термометрирующей жидкости используют сплав трёх металлов. Он легкоплавкий, нетоксичный, при комнатной температуре не изменяется на воздухе и не реагирует с водой. Какие металлы входят в его состав?



Варианты ответов:

- Индий
- Олово
- Галлий
- Ртуть
- Чугун
- Натрий

Правильные ответы:

- Индий
- Олово
- Галлий

За каждый верный ответ — 1 балл, за каждый неверный ответ — штраф 1 балл

Решение. Решим задачу методом исключения. Выберем те металлы, которые точно не могут входить в состав сплава, поскольку это противоречило бы условию. Это – натрий (он реагирует с водой), ртуть (токсичный металл), чугун (тугоплавкий сплав железа с углеродом). Оставшиеся металлы индий, галлий и олово образуют легкоплавкий, нетоксичный сплав, не реагирующий с водой.

Задание № 2.4

Условие:

В современных термометрах в качестве термометрирующей жидкости используют сплав трёх металлов. Он легкоплавкий, нетоксичный, при комнатной температуре не изменяется на воздухе и не реагирует с водой. Какие металлы входят в его состав?



Варианты ответов:

- Индий
- Олово
- Галлий
- Натрий
- Свинец
- Сталь

Правильные ответы:

- Индий
- Олово
- Галлий

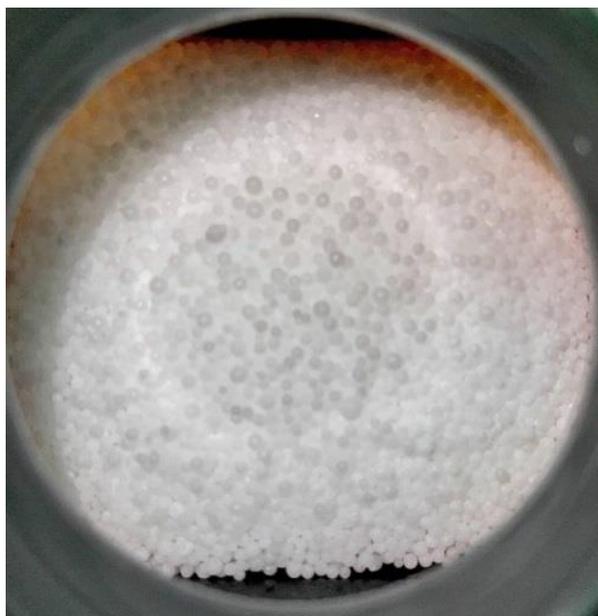
За каждый верный ответ — 1 балл, за каждый неверный ответ — штраф 1 балл

Решение. Решим задачу методом исключения. Выберем те металлы, которые точно не могут входить в состав сплава, поскольку это противоречило бы условию. Это – натрий (он реагирует с водой), свинец (токсичный металл), сталь (тугоплавкий сплав железа с углеродом). Оставшиеся металлы индий, галлий и олово образуют легкоплавкий, нетоксичный сплав, не реагирующий с водой.

Задание № 3

Общее условие:

Вещество X, приведённое на фотографии, имеется практически в любой химической лаборатории. Хранят его в плотно закрытой банке. Водный раствор этого вещества мылкий на ощупь. В промышленности вещество X получают электролизом раствора поваренной соли.



Условие:

Запишите химическую формулу вещества X. Пользуйтесь английской раскладкой.

Ответ: NaOH

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение. В условии есть три подсказки, которые наводят на правильный ответ. Главная из них – способ получения вещества электролизом NaCl: $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 + \text{Cl}_2$. В растворе образуется NaOH. Другая подсказка – то, что раствор вещества – мылкий на ощупь. Растворы мыла имеют щелочную среду, которая помогает удалять загрязнения с поверхности, поэтому можно предположить, что X – щелочь, причем она содержит натрий, поскольку получается из поваренной соли. Наконец, то, что вещество хранят в плотно закрытой банке, говорит о том, что вещество гигроскопично – это тоже свойство NaOH.

Условие:

К какому классу веществ относится X?

Варианты ответов:

- Металлы
- Неметаллы
- Оксиды
- Кислоты
- Основания
- Соли

Ответ:

- Основания

Точное совпадение ответа — 1 балл

Решение. Гидроксиды металлов относятся к основаниям.

Задание № 4.1

Общее условие:

Раствор хлороводорода в воде называют соляной кислотой. В химических магазинах продаётся 36%-я кислота, имеющая плотность 1180 г/л.



Сколько литров хлороводорода (н.у.) и сколько миллилитров воды требуется для приготовления одного литра такой кислоты? Ответы округлите до целых.

Условие:

Объём хлороводорода:

Ответ: принимается в диапазоне [250; 270], точный ответ – 261

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Объём воды:

Ответ: принимается в диапазоне [750; 760], точный ответ – 755

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

$V(\text{раствора}) = 1 \text{ л,}$

$$m(\text{раствора}) = 1 \text{ л} \cdot 1180 \text{ г/л} = 1180 \text{ г},$$

$$m(\text{HCl}) = 1180 \text{ г} \cdot 36\% / 100\% = 424.8 \text{ г},$$

$$n(\text{HCl}) = 424.8 \text{ г} / 36.5 \text{ г/моль} = 11.64 \text{ моль},$$

$$V(\text{HCl}) = 11.64 \text{ моль} \cdot 22.4 \text{ л/моль} = 260.7 \text{ л} \approx \mathbf{261 \text{ л}}.$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 1180 - 424.8 = 755.2 \text{ г},$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 755.2 \text{ г} / 1 \text{ г/мл} = 755.2 \text{ мл} \approx \mathbf{755 \text{ мл}}.$$

Задание № 4.2

Общее условие:

Раствор хлороводорода в воде называют соляной кислотой. В химических магазинах продаётся 36%-я кислота, имеющая плотность 1180 г/л.



Сколько литров хлороводорода (н.у.) и сколько миллилитров воды требуется для приготовления двух литров такой кислоты? Ответы округлите до целых.

Условие:

Объём хлороводорода:

Ответ: принимается в диапазоне [500; 540], точный ответ – 522

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Объём воды:

Ответ: принимается в диапазоне [1500; 1520], точный ответ – 1510

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

$V(\text{раствора}) = 2 \text{ л,}$

$$m(\text{раствора}) = 2 \text{ л} \cdot 1180 \text{ г/л} = 2360 \text{ г},$$

$$m(\text{HCl}) = 2360 \text{ г} \cdot 36\% / 100\% = 849.6 \text{ г},$$

$$n(\text{HCl}) = 849.6 \text{ г} / 36.5 \text{ г/моль} = 23.28 \text{ моль},$$

$$V(\text{HCl}) = 23.28 \text{ моль} \cdot 22.4 \text{ л/моль} = 521.4 \text{ л} \approx \mathbf{521} \text{ л}.$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 2360 - 849.6 = 1510.4 \text{ г},$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 1510.4 \text{ г} / 1 \text{ г/мл} = 1510.4 \text{ мл} \approx \mathbf{1510} \text{ мл}.$$

Задание № 4.3

Общее условие:

Раствор хлороводорода в воде называют соляной кислотой. В химических магазинах продаётся 36%-я кислота, имеющая плотность 1180 г/л.



Сколько литров хлороводорода (н.у.) и сколько миллилитров воды требуется для приготовления трёх литров такой кислоты? Ответы округлите до целых.

Условие:

Объём хлороводорода:

Ответ: принимается в диапазоне [750; 810], точный ответ – 782

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Объём воды:

Ответ: принимается в диапазоне [2250; 2280], точный ответ – 2266

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

$V(\text{раствора}) = 3 \text{ л,}$

$$m(\text{раствора}) = 3 \text{ л} \cdot 1180 \text{ г/л} = 3540 \text{ г},$$

$$m(\text{HCl}) = 3540 \text{ г} \cdot 36\% / 100\% = 1274.4 \text{ г},$$

$$n(\text{HCl}) = 1274.4 \text{ г} / 36.5 \text{ г/моль} = 34.92 \text{ моль},$$

$$V(\text{HCl}) = 34.92 \text{ моль} \cdot 22.4 \text{ л/моль} = 782.1 \text{ л} \approx \mathbf{782} \text{ л}.$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 3540 - 1274.4 = 2265.6 \text{ г},$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 2265.6 \text{ г} / 1 \text{ г/мл} = 2265.6 \text{ мл} \approx \mathbf{2266} \text{ мл}.$$

Задание № 4.4

Общее условие:

Раствор хлороводорода в воде называют соляной кислотой. В химических магазинах продаётся 36%-я кислота, имеющая плотность 1180 г/л.



Сколько литров хлороводорода (н.у.) и сколько миллилитров воды требуется для приготовления четырёх литров такой кислоты? Ответы округлите до целых.

Условие:

Объём хлороводорода:

Ответ: принимается в диапазоне [1000; 1080], точный ответ – 1043

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Объём воды:

Ответ: принимается в диапазоне [3000; 3040], точный ответ – 3021

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

$V(\text{раствора}) = 4 \text{ л,}$

$$m(\text{раствора}) = 4 \text{ л} \cdot 1180 \text{ г/л} = 4720 \text{ г},$$

$$m(\text{HCl}) = 4720 \text{ г} \cdot 36\% / 100\% = 1699.2 \text{ г},$$

$$n(\text{HCl}) = 1699.2 \text{ г} / 36.5 \text{ г/моль} = 46.55 \text{ моль},$$

$$V(\text{HCl}) = 46.55 \text{ моль} \cdot 22.4 \text{ л/моль} = 1042.8 \text{ л} \approx \mathbf{1043 \text{ л}}.$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 4720 - 1699.2 = 3020.8 \text{ г},$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 3020.8 \text{ г} / 1 \text{ г/мл} = 3020.8 \text{ мл} \approx \mathbf{3021 \text{ мл}}.$$

Задание № 5

Условие:

Сопоставьте вещества, которые вступают друг с другом в химическую реакцию.

Варианты для сопоставления:

NaOH	KOH
Al(OH) ₃	H ₂ O
HCl	Mg
O ₂	CO ₂

Правильные ответы:

NaOH — CO₂

Al(OH)₃ — KOH

HCl — KOH; Mg

O₂ — Mg

За каждую верную пару — 1 балл, за каждую неверную — штраф 0.5 балла

Максимальный балл за задание — 5 баллов

Решение.

NaOH – сильное основание, реагирует с кислотами, кислотными оксидами, солями, некоторыми металлами и неметаллами. Из представленных в правом столбце веществ реагирует только с кислотным оксидом CO₂: $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

Al(OH)₃ – нерастворимый в воде, амфотерный гидроксид. Он реагирует только с сильными кислотами и щелочами: $\text{Al(OH)}_3 + \text{KOH} = \text{K[Al(OH)}_4]$.

HCl – сильная кислота, реагирует с основаниями (KOH), основными оксидами, солями и металлами (Mg): $\text{HCl} + \text{KOH} = \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$, $2\text{HCl} + \text{Mg} = \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$.

O₂ реагирует с простыми веществами, превращая их в оксиды: $2\text{Mg} + \text{O}_2 = 2\text{MgO}$.

Задание № 6

Общее условие:

Одним из известных заменителей алмаза в ювелирных украшениях служит карбид кремния (муассанит) SiC.



Это твёрдое и тугоплавкое вещество редко встречается в природе, поэтому его получают искусственно: прокаливают оксид кремния (IV) с избытком углерода при температуре около 2000 °С. Кроме карбида кремния образуется оксид углерода (II).

Условие:

Составьте уравнение реакции и с его помощью рассчитайте, в каком соотношении по массе надо взять исходные вещества для получения карбида кремния. Ответ представьте в виде двух целых чисел a и b , таких, что $m(\text{SiO}_2) : m(\text{C}) = a : b$.

Варианты для сопоставления:

a	1
	2
b	3
	4
	5

Ответ:

a — 5

b — 3

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Схема реакции: $\text{SiO}_2 + \text{C} \rightarrow \text{SiC} + \text{CO}$.

Уравнение реакции: $\text{SiO}_2 + 3\text{C} \rightarrow \text{SiC} + 2\text{CO}$.

$m(\text{SiO}_2) : m(\text{C}) = 60 : (3 \cdot 12) = 5 : 3$.

Задание № 7

Общее условие:

Газообразное простое вещество X_2 , образованное элементом X — основа энергетики будущего, возможно, далёкого.



Станция заправки веществом X_2

Проблема в том, что природных источников вещества X_2 на Земле нет, его надо получать и в чём-то хранить. Для хранения предложено использовать вещества с достаточно высокой массовой долей элемента X , из которых можно быстро получить X_2 .

Условие:

Определите элемент X и запишите его химический символ. Пользуйтесь английской раскладкой клавиатуры.

Ответ: H

Точное совпадение ответа — 1 балл

Решение. Очевидно, что речь идет об элементе водороде, энергетика будущего – водородная энергетика.

Условие:

Расположите указанные вещества в ряд по возрастанию массовой доли X .

Каждому веществу поставьте в соответствие его номер в этом ряду (1 — минимальная массовая доля X, 4 — максимальная).

Подсказка: это можно сделать, не определяя X.

Варианты для сопоставления:

LiBX_4	1
NaAlX_4	2
NaBX_4	3
BNX_6	4

Правильные ответы:

LiBX_4 — 3

NaAlX_4 — 1

NaBX_4 — 2

BNX_6 — 4

За каждую верную пару — 1 балл

Решение. Самое простое – посчитать массовые доли водорода по формулам соединений:

LiBH_4 : $\omega(\text{H}) = 4 / (7 + 11 + 4) = 2/11$,

NaAlH_4 : $\omega(\text{H}) = 4 / (23 + 27 + 4) = 2/27$,

NaBH_4 : $\omega(\text{H}) = 4 / (23 + 11 + 4) = 2/19$,

BNH_6 : $\omega(\text{H}) = 6 / (11 + 14 + 6) = 6/31$.

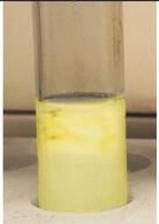
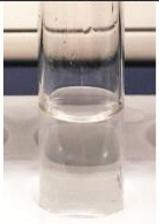
Сравнивая полученные дроби, легко получить правильный ряд:

$\text{NaAlH}_4 < \text{NaBH}_4 < \text{LiBH}_4$, BNH_6 .

Задание № 8

Общее условие:

В пяти пронумерованных пробирках выдали растворы следующих солей: хлорид натрия, иодид натрия, фосфат натрия, сульфид натрия и сульфат натрия. Из каждой пробирки отобрали по две пробы. К первым пробам добавили несколько капель раствора нитрата серебра, а ко вторым — раствора хлорида бария. Результаты экспериментального исследования представлены в таблице.

№	Результат добавления раствора AgNO_3	Результат добавления раствора BaCl_2
1	 Осадок жёлтого цвета	 Изменений не наблюдается
2	 Помутнение за счёт осадка белого цвета	 Осадок белого цвета
3	 Осадок белого цвета	 Изменений не наблюдается
4	 Осадок черного цвета	 Изменений не наблюдается
5	 Осадок жёлтого цвета	 Осадок белого цвета

Условие:

Укажите номер соли, которая содержится в пробирке 1.

Ответ: NaI

Условие:

Укажите номер соли, которая содержится в пробирке 2.

Ответ: Na_2SO_4

Условие:

Укажите номер соли, которая содержится в пробирке 3.

Ответ: NaCl

Условие:

Укажите номер соли, которая содержится в пробирке 4.

Ответ: Na_2S

Условие:

Укажите номер соли, которая содержится в пробирке 5.

Ответ: Na_3PO_4

Каждое точное совпадение ответа — 1 балл

Максимальный балл за задание — 5 баллов

Решение.

Соли в задаче отличаются только анионами. Все анионы в задаче отличаются реакциями с ионами Ag^+ и Ba^{2+} .

I^- образует желтый творожистый осадок AgI с ионом Ag^+ и не дает осадка с ионом Ba^{2+} — пробирка 1.

SO_4^{2-} образует белый осадок Ag_2SO_4 с ионом Ag^+ и белый осадок BaSO_4 с ионом Ba^{2+} — пробирка 2.

Cl^- образует белый творожистый осадок AgCl с ионом Ag^+ и не дает осадка с ионом Ba^{2+} — пробирка 3.

S^{2-} образует черный осадок Ag_2S с ионом Ag^+ и не дает осадка с ионом Ba^{2+} — пробирка 4.

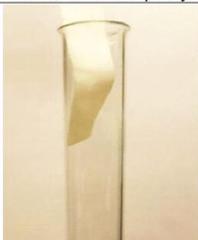
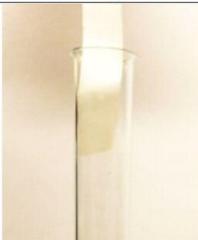
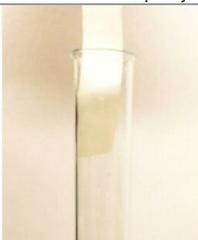
PO_4^{3-} образует желтый осадок Ag_3PO_4 с ионом Ag^+ и белый осадок $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ с ионом Ba^{2+} — пробирка 5.

Задание № 9

Общее условие:

В пяти пронумерованных пробирках выдали следующие газы: воздух, кислород, озонированный кислород (кислород с примесью озона), азот и хлор. В каждую пробирку сначала внесли тлеющую лучинку, а затем — полоску бумаги, пропитанную растворами иодида калия и крахмала (иодкрахмальная бумага).

Результаты экспериментального исследования выданных газов представлены в таблице.

№	Физические свойства	Внесение тлеющей лучинки	Внесение влажной иодкрахмальной бумаги
1	Без цвета, характерный запах	 Лучинка ярко вспыхнула	 Бумага приобрела тёмно-синюю окраску
2	Без цвета, без запаха	 Лучинка погасла	 Изменений не наблюдалось
3	Без цвета, без запаха	 Лучинка продолжала тлеть	 Изменений не наблюдалось
4	Жёлто-зеленая окраска, резкий запах	 Лучинка погасла	 Бумага приобрела тёмно-синюю окраску
5	Без цвета, без запаха	 Лучинка вспыхнула	 Изменений не наблюдалось

Условие:

Установите соответствие.

Варианты для сопоставления:

Озонированный кислород	Пробирка 1
Азот	Пробирка 2
Воздух	Пробирка 3
Хлор	Пробирка 4
Кислород	Пробирка 5

Правильные ответы:

Озонированный кислород — Пробирка 1

Азот — Пробирка 2

Воздух — Пробирка 3

Хлор — Пробирка 4

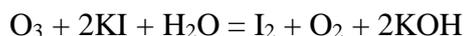
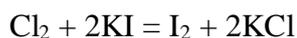
Кислород — Пробирка 5

За каждую верную пару — 1 балл

Максимальный балл за задание — 5 баллов

Решение.

Для решения задачи надо знать качественные реакции на важнейшие газы. Иодкрахмальная бумажка – реагент на газы-окислители, в данном случае озон и хлор:



Образующийся иод дает синее окрашивание с крахмалом. Различить озонированный кислород и хлор можно с помощью тлеющей лучинки: в хлоре она гаснет, а в озонированном кислороде вспыхивает. К тому же, озонированный кислород бесцветный, а хлор окрашен в желто-зеленый цвет.

Лучинка вспыхивает также в чистом кислороде, который, в отличие от озонированного кислорода, не реагирует с иодкрахмальной бумажкой.

Осталось два газа: азот и воздух. В первом тлеющая лучинка гаснет (азот не поддерживает горения), а во втором продолжает тлеть благодаря присутствующему в воздухе кислороду.

Задание № 10

Общее условие:

В школьной лаборатории был проведён следующий эксперимент. Сначала твёрдое вещество X поместили в химический стакан и прилили к нему вещество Y. Выделения газа и выпадения осадка не наблюдали. Полученный бесцветный раствор перемешали и разделили на две части. К одной части добавили вещество Z. Наблюдали появление синей окраски и выделение кристаллов с металлическим блеском на поверхности вещества Z, количество которого уменьшилось. К другой части раствора добавили вещество M и перемешали. Наблюдали выпадение бледно-жёлтого осадка, растворяющегося в кислотах с выделением газа.

Условие:

Какие вещества использованы для проведения экспериментов? Установите соответствие.

Варианты для сопоставления:

Cu	X
Fe	Y
Ag	Z
AgNO ₃	M
Fe(NO ₃) ₃	
H ₂ O	
HNO ₃	
Na ₂ CO ₃	

Правильные ответы:

Cu — Z

AgNO₃ — X

H₂O — Y

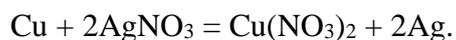
Na₂CO₃ — M

За каждую верную пару — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4 балла

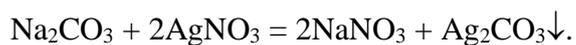
Решение. При добавлении вещества Z раствор окрасился в голубой цвет, характерный для солей меди(II), при этом выделился какой-то металл. Очевидно, что произошла реакция

замещения: металлическая медь вытеснила другой металл из раствора его соли. Медь может вытеснить только те металлы, которые находятся в ряду напряжений правее нее, в данной задаче это – серебро.



Отсюда следует, что X – AgNO₃, Y – H₂O, Z – Cu.

Вещество M реагирует с AgNO₃ с образованием бледно-желтого осадка. В данном случае происходит обменная реакция с Na₂CO₃:



Карбонат серебра образован слабой угольной кислотой и легко растворяется в сильных кислотах, например, азотной:



Задание № 11

Общее условие:

Элемент X является одним из самых распространённых в земной коре. Он образует простое вещество Q, которое имеет очень широкое применение. Чистое и сверхчистое вещество Q используется для производства электронных приборов, микросхем, солнечных батарей. В промышленности Q получают, нагревая смесь вещества R и кокса в электродуговой печи при 3000°C. Вещество R — высший оксид элемента X. Для дальнейшей очистки Q обрабатывают хлором, при этом образуется бинарное вещество Y. Если Q нагреть с хлороводородом, то можно получить вещество Z, которое состоит из трёх элементов. Вещества Y и Z — легколетучие бесцветные жидкости, дымящие на воздухе; их тщательно очищают перегонкой и восстанавливают водородом или активным металлом.

В таблице указано содержание элемента X в веществах Q — Z в массовых долях (в %).

Вещество	Массовая доля элемента X
Q	100.0
R	46.67
Y	16.47
Z	20.66

Условие:

Определите вещество Q и укажите его формулу. Пользуйтесь английской раскладкой клавиатуры.

Ответ: Si

Условие:

Определите вещество R и укажите его формулу. Пользуйтесь английской раскладкой клавиатуры.

Ответ: SiO₂

Условие:

Определите вещество Y и укажите его формулу. Пользуйтесь английской раскладкой клавиатуры.

Ответ: SiCl₄

Условие:

Определите вещество Z и укажите его формулу. Пользуйтесь английской раскладкой клавиатуры.

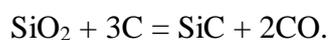
Ответ: SiHCl₃

Каждое точное совпадение ответа — 1 балл

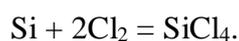
Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение.

Самые распространённые элементы земной коры – кислород, кремний, алюминий и железо. Из них только кремний широко используется в электронной промышленности. Простое вещество Q – Si. Высший оксид кремния (вещество R) – SiO₂. Уравнение его реакции с коксом:

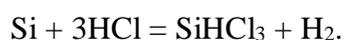


В реакции кремния с хлором образуется высший хлорид кремния – SiCl₄ (вещество Y):



Состав вещества Z можно определить по массовой доле кремния. На один атом кремния в веществе Z приходится $28 / 0.2066 = 135.5$ атомных единиц массы.

$135.5 - 28 = 107.5$, что соответствует одному атому H и трем атомам хлора. Вещество Z – SiHCl₃. Уравнение реакции:



Задание № 12

Общее условие:

Вещество Q — бесцветный газ, при нагревании разлагается на два простых газообразных вещества: R и Y. Вещество Y очень инертное, однако с литием оно может реагировать даже при комнатной температуре. Продукт реакции Y с литием бурно взаимодействует с водой, при этом выделяется бесцветный газ Z, имеющий резкий запах.

В таблице приведены значения относительной плотности газов Q — Z по воздуху.

Вещество	Относительная плотность по воздуху
Q	1.52
R	1.10
Y	0.966
Z	0.586

Условие:

Определите вещество Q и укажите его формулу. Пользуйтесь английской раскладкой клавиатуры.

Ответ: N₂O

Условие:

Определите вещество R и укажите его формулу. Пользуйтесь английской раскладкой клавиатуры.

Ответ: O₂

Условие:

Определите вещество Y и укажите его формулу. Пользуйтесь английской раскладкой клавиатуры.

Ответ: N₂

Условие:

Определите вещество Z и укажите его формулу. Пользуйтесь английской раскладкой клавиатуры.

Ответ: NH₃

Каждое точное совпадение ответа — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение. Прежде всего найдем молярные массы газов:

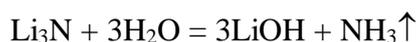
$$M(Q) = 1.52 \cdot 29 = 44 \text{ г/моль},$$

$$M(R) = 1.10 \cdot 29 = 32 \text{ г/моль},$$

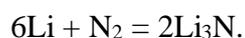
$$M(Y) = 0.966 \cdot 29 = 28 \text{ г/моль},$$

$$M(Z) = 0.586 \cdot 29 = 17 \text{ г/моль}.$$

Молярную массу 17 г/моль имеет только NH_3 (газ Z). Он образуется при взаимодействии нитридов, в частности, нитрида лития с водой:

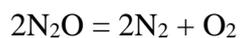


Нитрид лития образуется при взаимодействии лития с газообразным азотом (вещество Y, $M = 28$ г/моль):



N_2 образуется при разложении газа Q ($M = 44$ г/моль).

$44 - 28 = 16$, что соответствует атомной массе кислорода. В состав вещества Q входят 2 атома N и один атом O, формула Q – N_2O . Уравнение разложения Q:



Вещество R ($M = 32$ г/моль) – O_2 .